

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-227518

(43)Date of publication of application : 15.08.2003

(51)Int.Cl. F16C 33/64
C21D 1/06
C21D 9/40
C22C 38/00
C22C 38/18
C23C 8/32
F16C 33/32
F16C 33/34

(21)Application number : 2002-194921 (71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 03.07.2002 (72)Inventor : OKI TSUTOMU

(30)Priority

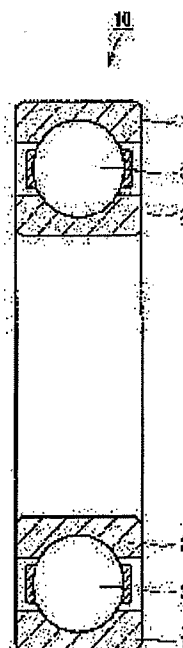
Priority number : 2001364516 Priority date : 29.11.2001 Priority country : JP

(54) BEARING PART AND ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bearing part and a rolling bearing having high anticracking strength, dimensional stability, and excellent rolling fatigue endurance.

SOLUTION: This rolling bearing 10 has an inner ring 2, an outer ring 1, and a plurality of rolling elements 3. At least one member of the inner ring 2, the outer ring 1, and the rolling elements 3 contains a steel having a carbonitriding layer, whose breaking stress value is 2650 MPa or more.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-227518

(P2003-227518A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
F 1 6 C 33/64		F 1 6 C 33/64	3 J 1 0 1
C 2 1 D 1/06		C 2 1 D 1/06	Λ 4 K 0 2 8
9/40		9/40	Λ 4 K 0 4 2
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 N
38/18		38/18	

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-194921(P2002-194921)

(22)出願日 平成14年7月3日(2002.7.3)

(31)優先権主張番号 特願2001-364516(P2001-364516)

(32)優先日 平成13年11月29日(2001.11.29)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 大木 力

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74)代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外5名)

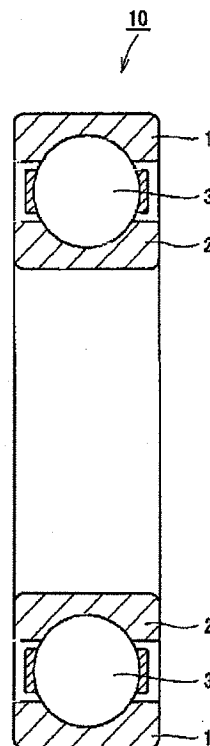
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軸受部品および転がり軸受

(57)【要約】

【課題】 高度の耐割れ強度と寸法安定性を有し、転動疲労寿命に優れた軸受部品および転がり軸受を提供する。

【解決手段】 内輪2、外輪1および複数の転動体3を有する転がり軸受10であって、内輪2、外輪1および転動体3のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有する鋼を含み、破壊応力値が2650MPa以上である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内輪、外輪および複数の転動体を有する転がり軸受において、前記内輪、外輪および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有する鋼を含み、破壊応力値が2650MPa以上である、転がり軸受。

【請求項2】 転がり軸受に組み込まれる軸受部品であって、浸炭窒化層を有する鋼を含み、破壊応力値が2650MPa以上である、軸受部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、減速機、ドライブピニオン、トランスミッション用軸受などに用いられる軸受部品および転がり軸受に関し、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度や耐経年寸法変化を有する軸受部品および転がり軸受に関するものである。

【0002】

【従来の技術】軸受部品の転動疲労に対して長寿命を与える熱処理方法として、焼入れ加熱時の雰囲気RXガス中にさらにアンモニアガスを添加するなどして、その軸受部品の表層部に浸炭窒化処理を施す方法がある（たとえば特開平8-4774号公報、特開平11-101247号公報）。この浸炭窒化処理法を用いることにより、表層部を硬化させ、ミクロ組織中に残留オーステナイトを生成させ、転動疲労寿命を向上させることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の浸炭窒化処理方法は炭素および窒素を拡散させる拡散処理であるため、長時間高温に保持する必要がある。このため、組織が粗大化する等して耐割れ強度の向上を図ることは困難である。また、残留オーステナイトの増加による経年寸法変化率の増大も問題となる。

【0004】一方、転動疲労に対して長寿命を確保し、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率の増大を防ぐために、鋼の合金設計により組成を調整することによって対処することが可能である。しかし合金設計によると、原材料コストが高くなるなどの問題点が発生する。

【0005】今後の軸受部品には、使用環境の高荷重化、高温化に伴い、従来よりも、大きな荷重条件でかつより高温で使用できる特性を備えることが要求される。このため、高強度で、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度と寸法安定性を有する軸受部品が必要になる。

【0006】本発明は、高度の耐割れ強度と寸法安定性を有し、転動疲労寿命に優れた軸受部品および転がり軸受を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の転がり軸受は、

内輪、外輪および複数の転動体を有する転がり軸受において、内輪、外輪および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有する鋼を含み、破壊応力値が2650MPa以上であることを特徴とするものである。

【0008】本願発明者らは、軸受部品用の鋼をA₁変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、A₁変態点未満の温度に冷却し、その後にA₁変態点以上の焼入れ温度域に再加熱し焼入れを行うことにより、浸炭窒化処理層を有する鋼の破壊応力値を、従来では得られなかった2650MPa以上にできることを見出した。これにより、従来よりも破壊応力値に優れ、それにより強度の高い転がり軸受を得ることができる。

【0009】また、本発明の軸受部品は、転がり軸受に組み込まれる軸受部品であって、浸炭窒化層を有する鋼を含み、破壊応力値が2650MPa以上であることを特徴とするものである。

【0010】この軸受部品においても、上述の転がり軸受と同様、従来よりも破壊応力値に優れ、それにより割れ強度の高い軸受部品を得ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0012】図1は、本発明の実施の形態における転がり軸受を示す概略断面図である。図1において、この転がり軸受10は、外輪1と、内輪2と、転動体3とを主に有している。図面はラジアル玉軸受を表しているが、玉軸受、円錐ころ軸受、ころ軸受、ニードルころ軸受も同様である。転動体3は、外輪1と内輪2との間に配置された保持器により転動可能に支持されている。

【0013】これらの外輪1、内輪2および転動体3のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ破壊応力値が2650MPa以上である。

【0014】また、外輪1、内輪2および転動体3のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ鋼中の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0015】また、外輪1、内輪2および転動体3のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつその部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0016】また、外輪1、内輪2および転動体3のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつシャルピー衝撃値が6.2J/cm²以上である。

【0017】次に、これら転がり軸受の外輪、内輪および転動体の少なくとも1つの軸受部品に行う浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。

【0018】図2および図3に、本発明の実施の形態に

おける熱処理方法を示す。図2は1次焼入れおよび2次焼入れを行なう方法を示す熱処理パターンであり、図3は焼入れ途中で材料をA₁変態点温度未満に冷却し、その後、再加熱して最終的に焼入れる方法を示す熱処理パターンである。どちらも本発明の実施の態様例である。これらの図において、処理T₁では鋼の素地に炭素や窒素を拡散させ、また炭素の溶け込みを十分に行なった後、A₁変態点未満に冷却する。次に、図中の処理T₂において、処理T₁よりも低温に再加熱し、そこから油焼入れを施す。

【0019】上記の熱処理を普通焼入れ、すなわち浸炭窒化処理に引き続いてそのまま1回焼入れするよりも、表層部分を浸炭窒化しつつ、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率を減少することができる。上述したように、上記の熱処理方法によれば、オーステナイト結晶粒の粒径を従来の2分の1以下となるマイクロ組織を得ることができる。上記の熱処理を受けた軸受部品は、転動疲労特性が長寿命であり、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率も減少させることができる。

【0020】上記図2に示す熱処理パターンを適用した軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図4(a)に示す。また、比較のため、従来の熱処理方法による軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図4(b)に示す。また、図5(a)および図5(b)に、上記図4(a)および図4(b)を図解したオーステナイト結晶粒度を示す。これらオーステナイト結晶粒度を示す組織より、従来のオーステナイト粒径はJIS規格の粒度番号で10番であり、また本発明による熱処理方法によれば12番の細粒を得ることができる。また、図4(a)の平均粒径は、切片法で測定した結果、5.6μmであった。

【0021】

【実施例】次に本発明の実施例について説明する。

【0022】(実施例1) JIS規格SUJ2材(1.0重量% C-0.25重量% Si-0.4重量% Mn-1.5重量% Cr)を用いて、本発明の実施例1を行った。表1に示した各試料の製造履歴を以下に示す。

【0023】

【表1】

試料	A	B	C	D	E	F	従来浸炭窒化処理品	普通焼入品
二次焼入温度(°C)	780 ¹⁾	800	815	830	850	870	-	-
水素量(ppm)	-	0.37	0.40	0.38	0.42	0.40	0.72	0.38
結晶粒度(JIS)	-	12	11.5	11	10	10	10	10
シャルピー衝撃値(J/cm ²)	-	6.65	6.40	6.30	6.20	6.30	5.33	6.70
破壊応力値(MPa)	-	2840	2780	2650	2650	2700	2330	2770
転動疲労寿命比(L ₁₀)	-	5.4	4.2	3.5	2.9	2.8	3.1	1

1) 今回は、焼入不足のため評価できなかった

【0024】(試料A~D; 本発明例): 温度850°Cで150分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。図2に示す熱処理パターンにおいて、浸炭窒化処理温度850°Cから1次焼入れを行ない、次いで浸炭窒化処理温度より低い温度域780°C~830°Cに加熱して2次焼入れを行った。ただし、2次焼入れ温度780°Cの試料Aは焼入れ不足のため試験の対象から外した。

(試料E、F; 本発明例): 浸炭窒化処理は、本発明例A~Dと同じ履歴で行い、2次焼入れ温度を浸炭窒素処理温度(850°C)以上の850°C~870°Cで行った。

(従来浸炭窒化処理品; 比較例): 温度850°Cで150分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。その浸炭窒化処理時の温度からそのまま焼入

れを行ない、2次焼入れは行わなかった。

(普通焼入れ品; 比較例): 浸炭窒化処理を行わずに、850°Cに加熱して焼入れた。2次焼入れは行わなかった。

【0025】上記の各試料に対して、(1)水素量の測定、(2)結晶粒度の測定、(3)シャルピー衝撃試験、(4)破壊応力値の測定、(5)転動疲労試験、の各々を行った。その結果を表1に合わせて示す。

【0026】次にこれらの測定方法および試験方法について説明する。

(1) 水素量の測定

水素量は、LECO社製DH-103型水素分析装置により、鋼中の非拡散性水素量を分析した。拡散性水素量は測定していない。このLECO社製DH-103型水素分析装置の仕様を下記に示す。

【0027】分析範囲: 0.01~50.00ppm
分析精度: ±0.1ppmまたは±3%H(いずれか大

なるほう)

分析感度: 0.01ppm

検出方式: 熱伝導度法

試料重量サイズ: 10mg~35g (最大: 直径12mm×長さ100mm)

加熱炉温度範囲: 50℃~1100℃

試薬: アンハイドロン ($\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$)、アスカライト (NaOH)

キャリアガス: 窒素ガス、ガスドージングガス (水素ガス)、いずれのガスも純度99.99%以上、圧力40PSI ($2.8\text{kgf}/\text{cm}^2$) である。

【0028】測定手順の概要は以下のとおりである。専用のサンプラーで採取した試料をサンプラーごとに上記の水素分析装置に挿入する。内部の拡散性水素は窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導かれる。この拡散性水素は本実施例では測定しない。次に、サンプラーから試料を取り出し抵抗加熱炉内で加熱し、非拡散性水素を窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導く。熱伝導度検出器において熱伝導度を測定することによって非拡散性水素量を知ることができる。

(2) 結晶粒度の測定

結晶粒度の測定は、JIS G 0551の鋼のオーステナイト結晶粒度試験方法に基づいて行った。

(3) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242の金属材料のシャルピー衝撃試験方法に基づいて行った。試験片には、JIS Z 2202に示されたUノッチ試験片 (JIS 3号試験片) を用いた。なお、シャルピー衝撃値は、次式の吸収エネルギーEを断面積 (0.8cm^2) で除した値である。

【0029】

吸収エネルギー: $E = WgR(\cos\beta - \cos\alpha)$

W: ハンマー重量 (=25.438kg)

g: 重力加速度 (=9.80665m/sec²)

R: ハンマー回転軸中心から重心までの距離 (=0.6569m)

α : ハンマー持ち上げ角度 (=146°)、 β : ハンマー降り上がり角度

(4) 破壊応力値の測定

図6に破壊応力値の測定に用いた試験片を示す。アムスラー万能試験機を用いて図中のP方向に荷重を負荷して試験片が破壊されるまでの荷重を測定する。その後、得られた破壊荷重を、下記に示す曲がり梁の応力計算式により応力値に換算する。なお、試験片は図6に示す試験片に限られず、他の形状の試験片を用いてもよい。

【0030】図6の試験片の凸表面における繊維応力を σ_1 、凹表面における繊維応力を σ_2 とすると、 σ_1 および σ_2 は下記の式によって求められる (機械工学便覧A4編材料力学A4-40)。ここで、Nは円環状試験片の軸を含む断面の軸力、Aは横断面積、 e_1 は外半径、

e_2 は内半径を表す。また、 κ は曲がり梁の断面係数である。

【0031】 $\sigma_1 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 + e_1/\{\kappa(\rho_0 + e_1)\}]$

$\sigma_2 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 - e_2/\{\kappa(\rho_0 - e_2)\}]$

$\kappa = -(1/A) \int_A \{r/(\rho_0 + r)\} dA$

(5) 転動疲労試験

転動疲労寿命試験の試験条件および試験装置の略図を、表2および図7に示す。図7において、転動疲労寿命試験片21は、駆動ロール11によって駆動され、ボール13と接触して回転している。ボール13は、(3/4)のボールであり、案内ロール12にガイドされて、転動疲労寿命試験片21との間で高い面圧を及ぼし合いながら転動する。

【0032】次に上記の測定結果および試験結果について説明する。

(1) 水素量

表1より、浸炭窒化処理したままの従来浸炭窒化処理品の鋼中水素量は、0.72ppmと非常に高い値となっている。これは、浸炭窒化処理の雰囲気に含まれるアンモニア (NH_3) が分解して水素が鋼中に侵入したためと考えられる。これに対して、試料B~Fの鋼中水素量は0.37~0.42ppmとなっており、従来浸炭窒化処理品の半分近くにまで減少している。この鋼中水素量は普通焼入れ品と同じレベルである。

【0033】上記の鋼中水素量の低減により、水素の固溶に起因する鋼の脆化を軽減することができる。すなわち、水素量の低減により、本発明例の試料B~Fのシャルピー衝撃値および破壊応力値は大きく改善されている。

(2) 結晶粒度

表1より、結晶粒度は、2次焼入れ温度が浸炭窒化処理時の焼入れ (1次焼入れ) の温度より低い場合、すなわち試料B~Dの場合、オーステナイト粒は、結晶粒度番号11~12と顕著に微細化されている。試料EおよびFならびに従来浸炭窒化処理品および普通焼入れ品のオーステナイト粒は、結晶粒度番号10であり、試料B~Dより粗大な結晶粒となっている。

(3) シャルピー衝撃値

表1によれば、従来浸炭窒化処理品のシャルピー衝撃値は5.33J/cm²であるのに比して、本発明例の試料B~Fのシャルピー衝撃値は6.20~6.65J/cm²と高い値が得られている。この中でも、2次焼入れ温度が低いほうがシャルピー衝撃値が高くなる傾向を示す。なお、普通焼入れ品のシャルピー衝撃値は6.70J/cm²と高い。

(4) 破壊応力値

上記破壊応力値は、耐割れ強度に相当する。表1によれば、従来浸炭窒化処理品は2330MPaの破壊応力値

となっている。これに比して、試料B～Fの破壊応力値は2650～2840MPaと改善されている。普通焼入品の破壊応力値は2770MPaであり、試料B～Fの破壊応力値と同等である。このような、試料B～Fの改良された耐割れ強度は、オーステナイト結晶粒の微細化と並んで、水素含有率の低減による効果が大きいと推定される。

(5) 転動疲労試験

表1によれば、普通焼入品は浸炭窒化層を表層部に有しないことを反映して、転動疲労寿命 L_{10} は最も低い。これに比して従来浸炭窒化処理品の転動疲労寿命は3.1倍となる。試料B～Dの転動疲労寿命は従来浸炭窒化処理品より大幅に向上する。試料E、Fは、従来浸炭窒化処理品とほぼ同等であった。

【0034】上記をまとめると、本発明例の試料B～Fでは、鋼中水素量が低くなり、破壊応力値やシャルピー衝撃値が向上する。しかし、転動疲労寿命まで含めて改良しうるのは、さらにオーステナイト結晶粒度を粒度番号で11番程度以上に微細化した試料B～Dである。したがって、本発明例に該当するのは試料B～Fであるが、より望ましい本発明の範囲は、2次焼入れ温度を浸炭窒化処理温度より低くして結晶粒の微細化をさらに図った試料B～Dの範囲である。

【0035】(実施例2)次に実施例2について説明する。

【0036】下記のA材、B材およびC材について、一連の試験を行った。熱処理用素材には、JIS規格SUJ2材(1.0重量% C-0.25重量% Si-0.4重量% Mn-1.5重量% Cr)を用い、A材～C材に共通とした。A材～C材の製造履歴は次のとおりである。

(A材：比較例)：普通焼入れのみを行なった(浸炭窒化処理せず)。

(B材：比較例)：浸炭窒化処理後にそのまま焼き入れた(従来の浸炭窒化焼入れ)。浸炭窒化処理の温度を845℃とし、保持時間を150分間とした。また浸炭窒化処理の雰囲気、RXガス+アンモニアガスとした。

(C材：本発明例)：軸受鋼に図2の熱処理パターンを施した。浸炭窒化処理の温度を845℃とし、保持時間を150分間とし、雰囲気、RXガス+アンモニアガスとした。また、最終焼入れ温度を800℃とした。

【0037】(1) 転動疲労寿命

転動疲労寿命試験の試験装置には上述した図7の装置を用い、試験条件は表2に示す条件とした。この転動疲労寿命試験結果を表3に示す。

【0038】

【表2】

試験片	φ12×122円筒試験片
試験数	10個
相手鋼球	3/4" (19.05mm)
接触面圧	5.88GPa
負荷速度	46240cpm
潤滑油	タービンVQ68 強制循環給油

【0039】

【表3】

表3 試験結果

材質	寿命(負荷回数)		L_{10} の比
	$L_{10}(\times 10^4 \text{回})$	$L_{10}(\times 10^4 \text{回})$	
A材	8017	18648	1.0
B材	24656	339/4	3.1
C材	43244	69031	5.4

【0040】表3によれば、浸炭窒化処理を施したB材(比較例)の L_{10} 寿命は、普通焼入れのみを施したA材(比較例)の L_{10} 寿命(試験片10個中1個が破損する寿命)の3.1倍を示し、浸炭窒化処理による長寿命化の効果が認められる。これに対して、本発明例のC材は、B材の1.74倍、またA材の5.4倍の長寿命を示している。この改良の主因はミクロ組織の微細化によるものと考えられる。

【0041】(2) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、Uノッチ試験片を用いて、上述のJIS Z 2242に準じた方法により行なった。試験結果を表4に示す。

【0042】

【表4】

表4 シャルピー衝撃強度試験

材質	シャルピー衝撃値 (J/cm ²)	衝撃値の比
A材	6.7	1.0
B材	5.3	0.8
C材	6.7	1.0

【0043】本発明例のC材では、普通焼入れのみを施したA材(比較例)と同等で、かつ浸炭窒化処理を施したB材(比較例)よりも高いシャルピー衝撃値が得られた。

【0044】(3) 静的破壊靱性値の試験

静的破壊靱性試験の試験片には、図8に示す試験体を用い、亀裂を予め約1mm導入した後に、3点曲げによる静的荷重Pを加え、破壊荷重を求めた。破壊靱性値(K_{IC} 値)の算出には次に示す次式を用いた。また、試験結果を表5に示す。

$$【0045】K_{IC} = (PL\sqrt{a/BW^2}) \{5.8 - 9.2(a/W) + 43.6(a/W)^2 - 75.3(a/W)^3 + 77.5(a/W)^4\}$$

【0046】

【表5】

材質	試験数	K_{IC} (MPa \sqrt{m})	K_{IC} の比
A 材	3 個	16.3	1.0
B 材	3 個	16.1	1.0
C 材	3 個	18.9	1.2

【0047】予め導入した亀裂の深さが浸炭窒化層深さよりも大きくなったため、比較例のA材とB材とは違いない。しかし、本発明例のC材では比較例のA材およびB材に対して約1.2倍の破壊靱性値(K_{IC} 値)を得ることができた。

【0048】(4) 静圧壊強度試験(破壊応力値の測定)

静圧壊強度試験片には、上述のように図6に示す形状のものをを用いた。図中、P方向に荷重を付加して、上記と同様にして静圧壊強度試験を行なった。試験結果を表6に示す。

【0049】

【表6】

表6 試験結果

材質	試験数	静圧壊強度(kgf)	静圧壊強度の比
A 材	3 個	4200	1.00
B 材	3 個	3500	0.84
C 材	3 個	4300	1.03

材質	試験数	表面硬度(HRC)	残留 γ 量(体積%)	寸法変化率($\times 10^{-5}$)	寸法変化率の比 ^{a)}
A 材	3 個	62.5	9.0	18	1.0
B 材	3 個	63.6	28.0	35	1.9
C 材	3 個	60.0	11.3	22	1.2

*: 小さい方が優れている

【0053】残留オーステナイト量の多いB材の寸法変化率に比べて、本発明例のC材の寸法変化率は低く抑えられていることがわかる。

【0054】(6) 異物混入潤滑下における寿命試験
玉軸受6206を用い、標準異物を所定量混入させた異物混入潤滑下での転動疲労寿命を評価した。試験条件を表8に、また試験結果を表9に示す。

【0055】

【表8】

荷重	Fr=6.86kN
接触面圧	Pmax=3.2Gpa
回転速度	2000rpm
潤滑	タービン 56 油浴給油
異物量	0.4g/1000cc
異物	粒径 100~180 μ m、硬さ Hv800

【0056】

【表9】

【0050】浸炭窒化処理を施したB材(比較例)の静圧壊強度は普通焼入れのみを施したA材(比較例)の静圧壊強度よりもやや低い値である。しかしながら、本発明例のC材の静圧壊強度は、B材の静圧壊強度よりも向上し、A材の静圧壊強度よりもわずかに高いレベルになっている。

【0051】(5) 経年寸法変化率

温度130℃で500時間保持した場合の経年寸法変化率を測定した。その測定結果を、表面硬度、残留オーステナイト量(表面から0.1mm深さでの)とともに表7に示す。

【0052】

【表7】

材質	L_{10} 寿命(h)	L_{10} 寿命の比
A 材	20.0	1.0
B 材	50.2	2.5
C 材	45.8	2.3

【0057】A材に比べ、浸炭窒化処理を施したB材(比較例)では約2.5倍の、また本発明例のC材では約2.3倍の長寿命が得られた。本発明例のC材では、比較例のB材に比べて残留オーステナイトが少ないものの、窒素の侵入と微細化されたマイクロ組織の影響によりほぼ同等の長寿命が得られている。

【0058】上記の結果より、本発明例のC材、すなわち本発明の熱処理方法によって製造された軸受部品は、従来の浸炭窒化処理では困難であった転動疲労寿命の長寿命化、割れ強度の向上、経年寸法変化率の低減の3項目を同時に満足することができることがわかった。

【0059】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではな

くて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0060】

【発明の効果】本発明の軸受部品および転がり軸受を用いることにより、浸炭窒化処理層を形成した上で、これまでにない優れた破壊応力値を得ることができるため、優れた耐割れ強度などを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態における転がり軸受を示す概略断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態における熱処理方法を説明する図である。

【図3】 本発明の実施の形態における熱処理方法の変形例を説明する図である。

【図4】 軸受部品のマイクロ組織、とくにオーステナイト粒を示す図である。(a)は本発明例の軸受部品であり、(b)は従来の軸受部品である。

【図5】 (a)は図4(a)を図解したオーステナイト粒界を示し、(b)は図4(b)を図解したオーステナイト粒界を示す。

【図6】 静圧壊強度試験（破壊応力値の測定）の試験片を示す図である。

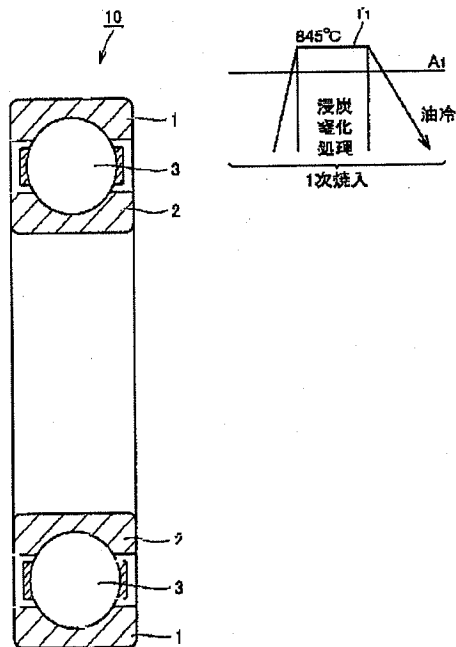
【図7】 転動疲労寿命試験機の概略図である。(a)は正面図であり、(b)は側面図である。

【図8】 静的破壊靱性試験の試験片を示す図である。

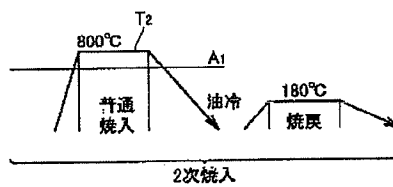
【符号の説明】

1 外輪、2 内輪、3 転動体、10 転がり軸受、11 駆動ロール、12 案内ロール、13 (3/4) " ボール、21 転動疲労寿命試験片、 T_1 浸炭窒化処理温度、 T_2 焼入れ加熱温度。

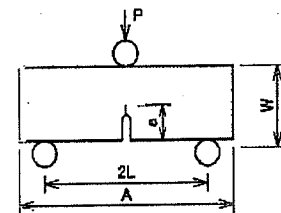
【図1】



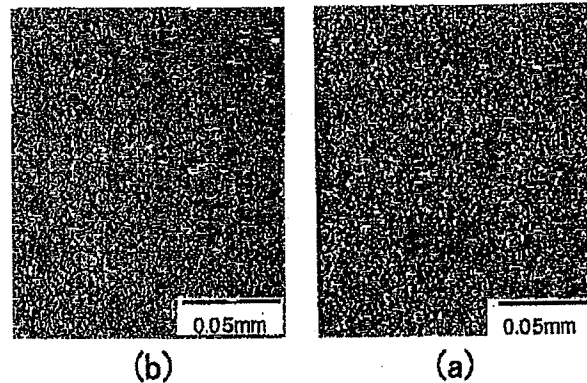
【図2】



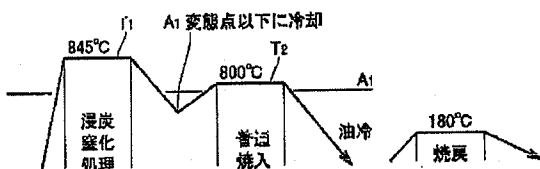
【図8】



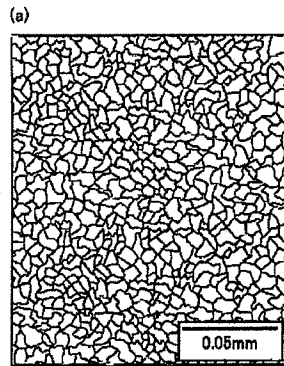
【図4】



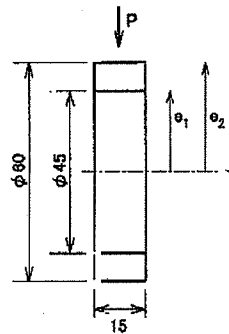
【図3】



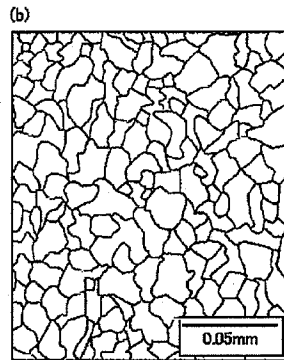
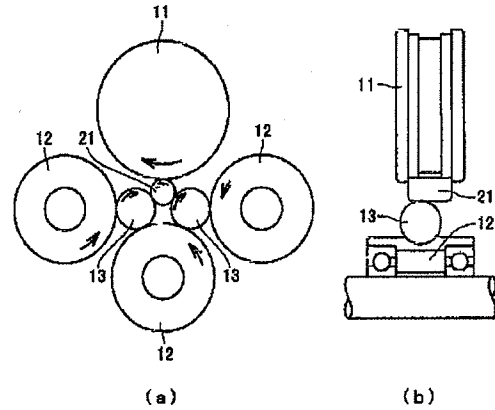
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
C 2 3 C	8/32	C 2 3 C	8/32
F 1 6 C	33/32	F 1 6 C	33/32
	33/34		33/34

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA12 AA32 AA42 AA52
AA62 BA10 BA70 DA02 EA03
FA31 FA44 GA11
4K028 AA03 AB01 AC08
4K042 AA22 BA02 BA03 BA04 CA06
DA06